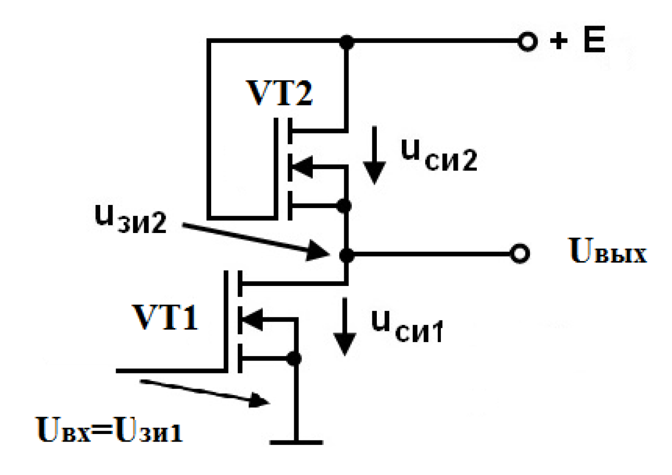
Цифровой ключ на полевом транзисторе

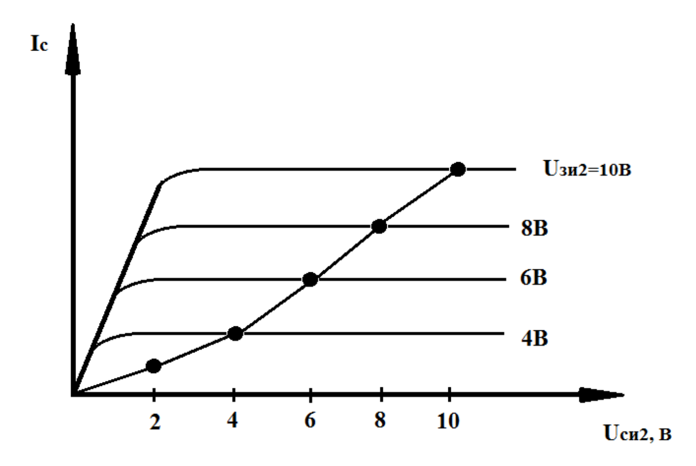
Полевой транзистор, как и биполярный транзистор широко используется в полевых схемах. В цифровом ключе обычно используют МОП транзисторы с индуцированным каналом.

Ключ на МОП транзисторах с динамической нагрузкой

Ключ на МОП транзисторах можно выполнить с резистивной нагрузкой, подобно ключу на биполярном транзисторе. Если ключи на полевых транзисторах выполняются по интегральной технологии то технологически целесообразнее применять так называемую динамическую нагрузку. В качестве нагрузки ключевого МОП транзистора оказывается более выгодно второй МОП транзистор канал которого всегда открыт, а сопротивление канала остаётся почти постоянным.

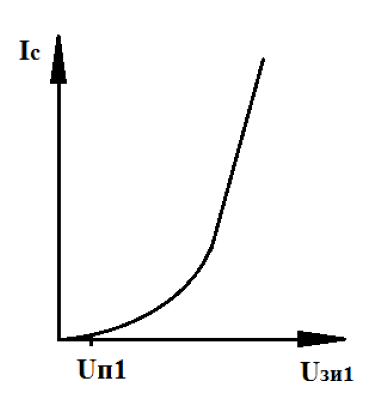


Сток-затворная характеристика



При использовании в цифровых устройствах ключа на МОП транзисторах реализуют функцию инвертора логического элемента НЕ.

Вольт-амперная характеристика

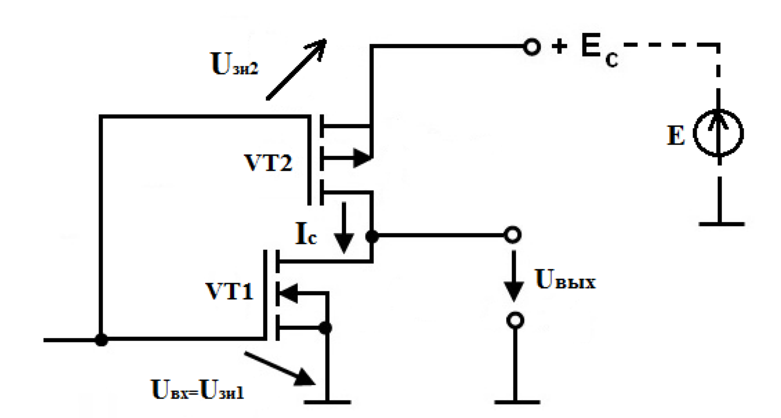


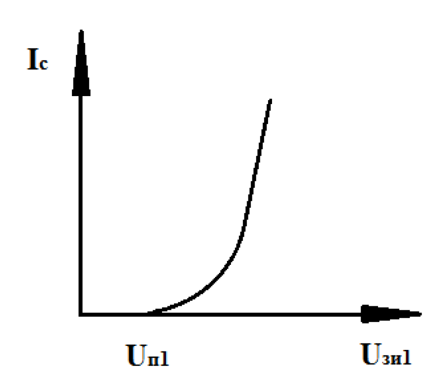
$U^1_{вх}$ $U^0_{вых}$

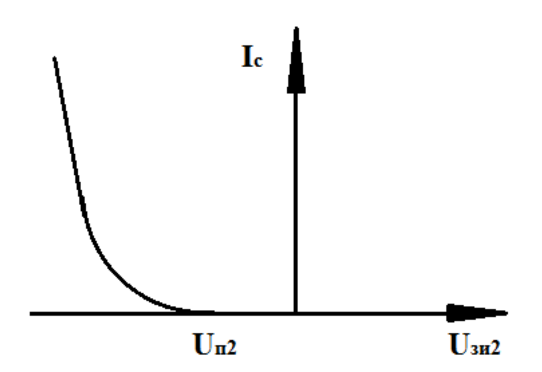
$U^0_{вх}$ $U^1_{вых}$

Ключ на комплементарных МОП- транзисторах КМОП.

Комплементарный/ дополняющий/ подобный - ключ с минимальным потреблением энергии от источника питания, строится на комплементарной паре ПТ (дополняющей дуг друга паре ПТ). Используется два МОП транзистора с одинаковыми характеристиками, но с различным типом проводимости канала. Схема оказывается симметричной, и когда один из транзисторов выполняет роль замкнутого ключа, другой – размокнут и выполняет роль нагрузочного сопротивления и наоброт.







Уравнение по второму закону Кирхгофа.

$U_{зи2} - U_{зи1} = - E$

$U_{зи2} = U_{зи1} - E$ – связь между $U_{зи2}$ и $U_{зи1}$

1. $U^1_{вх}$ $= U_{зи1}$ $U_{п1}$ VT1 открыт, $U^0_{вых}$, $U_{зи2}$ 0, VT2 закрыт, $I_c=0$
2. $U^0_{вх}$ $= U_{зи1} < U_{п1}$ VT1 закрыт, $U_{зи1}$ 0, $U_{зи2} = - E$, $U^1_{вых}$ E, VT2 открыт

Таким образом, ключ КМОП выполняет роль инвертора, размах логического сигнала U питания, но при любом логическом логическом состоянии ток через этот ключ равен 0, так как один из транзисторов всегда закрыт. В статическом состоянии (любом) схема не потребляет энергии от источника питания(- это особенность КМОП – большое достоинство перед другими)

Недостатки: во время переключения через транзисторы протекает ток, обусловленный перезарядом собственных емкостей транзисторов и емкостью нагрузки , поэтому с ростом частоты переключения потребление энергии схемы увеличивается. Эти ёмкости относительно велики, и недостатком таких ключей – сравнительно низкая частота переключения.

Ключи на инверторных МОП транзисторах с каналами n, p типа и на комплементарных транзисторах лежат в основе интегральных полевых технологий, соответственно обозначаемых n-МОП, p-МОП и КМОП технологии.

Схемотехника базовых логических элементов

Логические элементы И, ИЛИ, НЕ – представляют собой основные базовые логические элементы. И-НЕ, ИЛИ-НЕ (ещё базисы). Из таких элементов можно собирать устройства, выполняющие сколь угодно сложные функции.

Для современной цифровой схемотехники характерно широкое использование двух базисов – И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Для их реализации логические элементы строят так, состоящими как бы из двух схемных частей: 1 часть схемы выполняет операцию И или ИЛИ, эта часть схемы входная логика; 2 часть схемы – инвертор, выполняющий операцию НЕ.

Входная логика может быть выполнена на различных элементах, полупроводниковых элементах (диодах, БТ и ПТ). В зависимости от вида полупроводниковых элементов, применяемых для изготовления входной логики и инверторов различают следующие виды:

ДТЛ – диодно-транзисторная логика
ТТЛ – транзисторно- транзисторная логика
ТТЛШ – транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки
ЭМЛ – эмиттерно-связанная логика
ИИЛ – интегрально-инжекционная логика (И^{2}Л)
n-МОП
p-МОП
КМОП - комплементарная структура металл-оксид-полупроводник